Aus dem Landestierseuchenamt Rostock
Direktor: Prof. Dr. Poppe.

Untersuchung über die Sterilisierung zahnärztlicher Instrumente mittels physikalischer Methoden

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Klaus Richter
aus Ludwigslust i. M.

Tag der Promotion: 24. II. 1933

Buchdruckerei Rudolph Pfau, Berlin NW 6, Luisenstraße 25.

Referent: Prof. Dr. Poppe

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Frage einer zweckmäßigen Instrumentensterilisation hat seit jeher in der Zahnheilkunde eine große Rolle gespielt. Ihre Wichtigkeit ergibt sich aus den zahlreichen Erörterungen, die sich mit der Asepsis und Antisepsis in der zahnärztlichen Praxis befassen, und die beweisen, wieviel Meinungsverschiedenheiten auf diesem Gebiet auch heute noch vorhanden sind. Nur in dem Punkte dürfte Klarheit bestehen, daß es undenkbar ist, chirurgische Eingriffe vorzunehmen, ohne dabei nach streng aseptischen Grundsätzen zu verfahren. Miller, von dem die ersten grundlegenden Arbeiten über die Mikroorganismen der Mundhöhle ausgeführt wurden, hat bereits den Leitsatz aufgestellt: „Jede Zahnextraktion, welche nicht unter antiseptischen Cautelen gemacht wird, kann als ein Impfversuch betrachtet werden, der leider sehr häufig den schönsten Erfolg hat."

Begreiflicherweise entstand bei den Zahnärzten der Wunsch, den aseptischen Methoden auch in der konservierenden Zahnheilkunde Eingang zu verschaffen. Bei Durchführung der Asepsis ergaben sich jedoch große Schwierigkeiten. Die Mundhöhle ist eine Brutstätte für alle möglichen Bakterien, die dort die günstigsten Entwicklungsverhältnisse haben. Atemluft und Speichel machen es so gut wie unmöglich, ein wirklich aseptisches Operationsfeld zu schaffen. Die Mannigfaltigkeit und Schwierigkeit der zahnärztlichen Eingriffe und die äußeren Verhältnisse verbieten es meist ganz von selbst, bei jeder konservierenden Behandlung aseptisch im chirurgischen Sinne zu arbeiten. Trotz dieser Schwierigkeiten vertreten viele Zahnärzte immer wieder die Forderung, die Asepsis auf die gesamte zahnärztliche Behandlung auszudehnen. Geue und Münch vertreten diese Ansicht aufs schärfste, wenn sie sagen: „Wir dürfen nicht sündigen wider die eisernen Gebote der Asepsis!" (Münch). Die Mehrzahl der Zahnärzte steht dagegen auf dem Standpunkt, daß es zwecklos und auch unmöglich ist, die konservierende Behandlung nach streng aseptischen Grundsätzen vorzunehmen. Kantorowicz schreibt daher mit Recht: „In der konservierenden Zahnheilkunde

arbeiten wir in keinem aseptischen Operationsgebiet. Wir besitzen keine praktische Möglichkeit, Bakterien ohne die Anwendung von Antisepticis lückenlos fernzuhalten. Eine wirklich aseptische Methode wäre wirtschaftlich völlig untragbar und die empfohlenen „aseptischen Methoden" sind methodisch ungenügend und widerspruchsvoll, da sie weder eine hinzukommende Infektion vermeiden, noch auf Antiseptica verzichten."

Für jede Art der Zahnbehandlung sollte jedoch selbstverständliche Voraussetzung sein, daß nach jeder Behandlung die benutzten Instrumente sterilisiert und sauber aufbewahrt werden, um mit Sicherheit zu vermeiden, daß durch infizierte Instrumente Krankheitserreger von einem Patienten auf andere übertragen werden. Diese Gefahr ist keineswegs gering einzuschätzen, denn in der Mundhöhle können sich nicht nur die Erreger der Karies (wie Streptokokken, Milchsäurebakterien u. a.) und die verschiedensten Eitererreger finden, sondern auch Pneumokokken, Diphtheriebazillen, Tuberkelbazillen, ferner die Erreger der Lues, der Stomatitis ulcerosa, der Plaut-Vinzentschen Angina und zum Teil noch nicht bekannte Erreger vieler ansteckenden Kinderkrankheiten. Zahlreich sind die Fälle der Uebertragung ansteckender Krankheiten durch infizierte zahnärztliche Instrumente. Es ist somit die Forderung aufzustellen, daß die Patienten vor einer solchen Gefahr geschützt werden. Pflicht des behandelnden Zahnarztes ist es, nach jeder Behandlung die benutzten Instrumente zu entkeimen.

Viele Mittel und Wege sind zur Sterilisation von Instrumenten angegeben und chemische sowie physikalische Methoden und Kombinationen von beiden angewendet worden. Die Sterilisierung durch chemische Desinfektionsmittel dürfte ebenso wie in der Chirurgie und in der gesamten Medizin auch bei der Sterilisation der zahnärztlichen Instrumente kaum noch Bedeutung haben. Ein Apparat, der auf der Kombination von chemischen und physikalischen Methoden beruht, ist unter anderem die in der zahnärztlichen Praxis angewandte Strelisierröhre nach Beißwenger (Hersteller: Kirchner und Wilhelm, Stuttgart), deren Wirkung auf Erhitzung bei gleichzeitiger Anwesenheit von Spiritusdämpfen beruht. Der Formalin-Trockensterilisator (Hersteller: Dellmuth, Kaiserslautern) vereinigt ebenfalls chemische und physikalische Grundsätze. Eine Nachprüfung dieses Verfahrens durch v. der Osten-Sacken hat aber dargetan, daß

eine zuverlässige Desinfektion auf diese Art nicht zu erreichen ist. Nach Angabe des Herstellers wird der Apparat deshalb auch nicht mehr in den Verkehr gebracht.

Für eine Sterilisation und Desinfektion auf physikalischem Wege sind die verschiedensten Vorgänge nutzbar gemacht worden. Nicht geeignet für die praktische Anwendung bei der Instrumentensterilisation erschienen von den physikalischen Methoden der mechanische Druck (Luftzug bei der Entstaubung, Schwerkraft beim Zentrifugieren und Sedimentieren), die Adsorption seitens anderer Körper (Fällungsmittel, Filter, Bindung durch Stoffe mit stark entwickelter Oberfläche) und die Wirkung der verschiedenen Strahlen und des elektrischen Stromes. Lediglich die Erwärmung, sei es in Form von trockener Hitze oder in Verbindung mit Wasser, Oel oder Metall hat für die Sterilisation größere Bedeutung erlangt. Auf diesem Wege gelingt es verhältnismäßig leicht, die an den Instrumenten haftenden Keime abzutöten, da sich ja das Metall der Instrumente durch große Wärmeleitfähigkeit auszeichnet. Nach Hailer besteht die Wirkung der Hitze auf Mikroorganismen darin, daß durch Temperaturerhöhung der Ablauf von Reaktionen und damit auch die Lebensvorgänge beschleunigt und Zustandsänderungen und Zersetzungen eingeleitet werden. Die Eiweißstoffe der Bakterien werden koaguliert, und ihre Fermente inaktiviert. Eine große Zahl von Apparaten und Methoden bedienen sich der Hitzewirkung auf die Mikroorganismen bei der Instrumentensterilisation. Das am meisten angewandte Kochverfahren gewährleistet verhältnismäßig leicht und einfach eine sichere Sterilisierung der Instrumente. Durch Zusatz von chemisch reiner Soda wird ein Rosten der Instrumente verhindert (nach Sonntag 10% Soda, Weißenfels 2—3%, nach Reinmöller 1 Eßlöffel auf 1 Liter Wasser). Durch kochendes Wasser werden fast alle Keime in wenigen Minuten vernichtet. Eine Ausnahme machen lediglich die Dauerformen einiger Bakterien, z. B. Milzbrand- und Tetanussporen, die selbst nach mehrstündigem Kochen noch lebensfähig sein können. Um sporenhaltiges Material mit Sicherheit schnell abzutöten, hat sich die Anwendung des strömenden oder des gespannten und überhitzten Wasserdampfes als geeignet erwiesen. R. Koch hatte bereits festgestellt, daß Milzbrandsporen durch strömenden Dampf in wenigen Minuten abgetötet wurden und nach den Untersuchungen von Lange und

Rimpau genügte eine halbstündige Sterilisation, um Milzbrandsporen auch dann abzutöten, wenn sie in Blut oder Schmutz eingebettet waren. Diese günstige Wirkung hat Hailer damit erklärt, daß durch die gute Leitfähigkeit sowie durch die hohe Wärmekapazität des Wasserdampfes weit mehr Wärme an die Umgebung abgegeben wird als zum Beispiel durch die erwärmte Luft. Nach den Untersuchungen von Muntsch schädigen Luftbeimengungen die Sterilisierkraft des Dampfes erheblich, und zwar um so mehr, je größer die zugesetzte Luftmenge ist. Für die Sterilisierzeit sind Höhe der Temperatur und des Druckes von Bedeutung (Schärer). Allgemein wird eine Sterilisierungstemperatur von 100—120° C gefordert. Im Operationsbetrieb von Krankenhäusern und Kliniken sind Hochdrucksterilisatoren in Gebrauch, die allen Anforderungen entsprechen. In die zahnärztliche Praxis haben diese Sterilisatoren aber kaum Eingang gefunden.

Durch kochendes Wasser lassen sich die meisten zahnärztlichen Instrumente leicht und sicher sterilisieren. Schwieriger ist die Sterilisation der Bohrer, die durch das Auskochen stumpf werden, und vor allem der in der täglichen Praxis am häufigsten benutzten Hand- und Winkelstücke, die das Kochen ebenfalls nicht vertragen. Es ist daher nicht selten zu beobachten, daß auf die Sterilisierung der Hand- und Winkelstücke, die ja dauernd mit Speichel und Blut verunreinigt werden, wenig Wert gelegt wird, oder daß sie sogar ganz außeracht gelassen wird. Der Grund für diese Unterlassung ist meist, daß eine schnell durchführbare, einwandfreie Sterilisationsmethode nicht bekannt ist. Dazu kommt, daß der hohe Anschaffungspreis es dem Zahnarzt nicht gestattet, eine größere Zahl von Hand- und Winkelstücken vorrätig zu halten, um für jeden Patienten neue Instrumente benutzen zu können. Auch die auskochbaren und die schon von Heinrichsen (1908) empfohlenen, mit auskochbarer Schutzhülse versehenen Hand- und Winkelstücke sind nicht zur allgemeinen Einführung gekommen. Deshalb wurden zur Sterilisation der komplizierten zahnärztlichen Instrumente meist chemische Desinfektionsmittel benutzt, bis Andresen (1907/8) den Vorschlag machte, heißes Paraffinum liquidum von einer Temperatur von 125—150° C zu verwenden. Das durch die Erhitzung dünnflüssig gewordene Paraffin dringt in alle Teile der Instrumente ein und tötet durch Hitzewirkung alle Keime (nach

den Untersuchungen des Frankfurter Hygienischen Instituts auch Milzbrandsporen) mit Sicherheit in 15—20 Minuten ab, schützt dabei den feinen Mechanismus und verhindert ein Rosten des Metalls. Eine Unannehmlichkeit sind die entstehenden Oeldämpfe, zu deren Vermeidung Dirska die Anwendung von 10%iger Glyzerin-Sagrotanlösung empfohlen hat, die schon nach 10 Minuten bei 95° C eine ausreichende Sterilisierung gewährleisten soll (Versuche von Schleiß). Oelsterilisatoren verschiedener Art sind hergestellt worden nach Angaben von Schulte und Riechelmann (Hersteller: Emda-Werke in Frankfurt a. M.). Schulte benutzte als Sterilisationsflüssigkeit ebenfalls reines Paraffinum liquidum, da dieses sehr schonend wirkt und gleichzeitig Schmiermittel ist. Die Sterilierzeit soll nach Schulte 15 Minuten bei 135° C betragen.

Als weitere physikalische Sterilisationsmethode würde die von Prinz mit dem sogenannten Flaherty-Apparat angegebene Sterilisation in leicht schmelzenden Metallegierungen zu nennen sein. Dieses Verfahren hat in der konservierenden Zahnheilkunde Anwendung gefunden zur Sterilisierung kleiner Instrumente, hauptsächlich der Nervnadeln und Millernadeln. Die Angaben über die Zusammensetzung der benutzten Legierung stimmen nicht überein, jedoch dürfte sie etwa aus Blei und Zinn zu gleichen Teilen bestehen und der Schmelzpunkt bei 170—180° C liegen. Das Metall wird in einem Stahltiegel über einer Spiritusflamme zum Schmelzen gebracht, worauf die Instrumente für einige Sekunden in das flüssige Metall getaucht werden. Die Wirksamkeit der Flaherty-Sterilisation ist bereits verschiedentlich durch Versuche geprüft worden. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Siburg, Schröder, Kadisch, Scherbel, Klein, Weinmann und Schleiß stimmen darin überein, daß nach 1—2, höchstens 5 Sekunden Sterilisationsdauer alle infizierten Instrumente, Wattenadeln, Wundschwammstücke oder Papierspitzen keimfrei geworden waren. Nach Hummel bedarf es zur Abtötung von Tetanussporen allerdings einer Einwirkungsdauer von 100 Sekunden. Ueberhitztes Metall (250°—300°C) wirkt zwar noch schneller keimtötend, wobei aber die Instrumente unter der größeren Hitze beträchtlich leiden, so daß empfohlen wird, nicht höher als bis 200° C zu erhitzen. Braunfärbung der sterilisierten Watte ist nach Bönheim ein Zeichen von Ueberhitzung. Die Oberfläche des Metalls muß sauber gehalten werden,

damit kein Metalloxyd an der Watte oder an den Instrumenten haften bleibt. Die Oxydschicht läßt sich dadurch entfernen, daß auf der Oberfläche des Metalls ein Stückchen Bienenwachs zum Schmelzen gebracht und dann mit einem Wattebausch weggewischt wird. Hille empfiehlt gegen das Klebenbleiben von Metallteilchen außerdem, die Instrumente vorher in Paraffinum liquidum zu tauchen. Von verschiedenen Seiten wurden gegen das Flaherty-Verfahren Bedenken geäußert, da durch Bleidämpfe, die beim Erhitzen der Legierung entstehen sollen, Intoxikationen des Zahnarztes eintreten könnten. Durch die Untersuchungen von Siburg und Hummel ist jedoch festgestellt worden, daß die Gefahr einer Bleivergiftung nicht besteht. Vervollkommnungen des Flaherty-Apparates wurden von Münch und Zeliska geschaffen.

Möser hat ein auf ähnlichen Grundsätzen beruhendes Verfahren eingeführt und sich der Trockensterilisation in heißem Quarzsand bedient. Bei diesem Verfahren soll das bei Ueberhitzung des Metalls im Flaherty-Sterilisator manchmal vorkommende Haftenbleiben von Metallteilchen an den Instrumenten vermieden werden. Der zu verwendende Sand soll nach Möser von mittlerer Körnung sein, damit einerseits kein Staub entsteht und der Sand leicht von den Instrumenten abfällt und andererseits nicht durch zu grobe Körnung die Schärfe der Instrumente leidet. Durch Sieben, Schlämmen und häufiges Ausglühen soll der Sand in den gewünschten Zustand gebracht werden. Die zur Sterilisation der Instrumente erforderliche Temperatur von 150—300° C wird von dem Sand verhältnismäßig lange gehalten. Das Mösersche Sandsterilisationsverfahren ist auch anwendbar für große Instrumente, z. B. Zangen, Hebel u. a.; Voraussetzung ist dabei, daß diese Instrumente vor dem Sterilisieren von groben Verunreinigungen durch Blut oder Eiter befreit werden. Die Vorteile der Methode sind nach Möser neben der Einfachheit und Sauberkeit des ganzen Verfahrens, daß sich keine schädlichen Gase entwickeln, daß selbst die feinsten Instrumente nicht angegriffen werden, daß der Sand nicht an den Instrumenten klebt und daß diese trocken aus dem Apparat kommen. Der Sterilisierapparat ist mit einem bis 300° C reichenden Thermometer zu versehen. Zur Aufnahme des Sandes ist jedes beliebige Gefäß aus Hartmetall ohne Weichlötung geeignet. Bakteriologische Untersuchungen über den Wert dieses

Verfahrens liegen bisher nur von Schleiß vor, der festgestellt hat, daß mit Staphylococcus aureus und Bact. coli künstlich infizierte Instrumente nach 2—5 Sekunden Sterilisationsdauer bei 230° C völlig keimfrei waren.

Als weiteres physikalisches Sterilisierverfahren kommt die Anwendung der trockenen Wärme in Betracht. Der Einfluß von heißer Luft und Austrocknung bewirkt nach Stein eine Eindickung des Bakterienprotoplasmas und damit das Zugrundegehen der Keime; ein Vorgang, der in gewissem Sinne mit dem Verdursten der höheren Organismen verglichen werden kann.

Schon bei 70° C gehen, wie zahlreiche Versuche (Rosenthal u. a.) ergeben haben, die vegetativen Bakterienformen zugrunde, wenn die Hitzewirkung genügend lange (48 Stunden) anhält. In Versuchen von Lange über die Wirkung der trockenen heißen Luft im Trockenschrank auf Bakterien, die vorher an Leinwandstückchen und Filtrierpapier angetrocknet wurden, war die Abtötung erfolgt:

bei	60°	80°	100°	110°	120°	140°	150°	170°
Choleravibrionen	1 Std.	15′	10′	—	—	—	—	—
Ruhrbazillen	—	2 Std.	30′	15′	10′	—	—	—
Diphtheriebazillen	—	2 Std.	30′	30′	20′	10′	—	—
Typhusbazillen	—	—	2 Std.	1 Std.	20′	10′	—	—
Kolibazillen	—	—	2 Std.	30′	30′	10′	—	—
Staphylokokken	—	—	—	1-2 Std.	30′	15′	10′	—
Milzbrandsporen	—	—	—	—	2 Std.	1 Std.	30′	10′

Demnach wurden fast alle Krankheitskeime binnen einer Stunde bei 110° C abgetötet, ausgenommen Staphylokokken, während Milzbrandsporen erst in 2 Stunden bei 120°C und in 1 Stunde bei 140° C vernichtet wurden. Es gelingt somit verhältnismäßig leicht, durch trockene Hitze bei nicht übermäßig hohen Wärmegraden (110°—120° C) pathogene Keime, wenn auch nicht Sporen, abzutöten. Schumburg hatte geglaubt, daß bewegte Luft besser keimtötend wirkt als unbewegte; Versuche von Lange konnten diese Annahme nicht bestätigen. Die unzureichende Wirkung der Trockenhitze auf Sporen läßt ihre Verwendung zur Sterilisation chirurgischer Instrumente wenig geeignet erscheinen. Zu hohe Temperaturen könnten außerdem die Instrumente schädigen. In der Zahnheilkunde ist versucht worden, ein Verfahren einzuführen zur schnellen und sicheren Ent-

keimung der Bohrer mittels heißer Luft, um das Auskochen zu vermeiden, wodurch die Bohrer bald stumpf werden. Einer praktischen Durchführung der Heißluftsterilisierung der Bohrer dürften noch erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Wie von Bac unlängst mitgeteilt wurde, haben das „Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung" und das „Jota-Werk" (Düsseldorf) in gemeinsamen Untersuchungen festgestellt, daß die optimale Bohrerhärte bei 120° C liegt und die Bohrer bei 130° C schon ihre Härte verlieren. Die Temperatur von 120° C dürfte also bei einer Heißluftsterilisierung von Bohrern nicht überschritten werden, womit natürlich das ganze Verfahren ungemein erschwert wird.

Ein Trockensterilisator für Hand- und Winkelstücke wurde von der Firma De Trey in den Verkehr gebracht. Zur Sterilisierung von Instrumenten, Nervnadeln und Wattekügelchen ist nach Präger eine von Sturm angegebene Sterilisierbüchse geeignet, die im Heißluftsterilisator auf 150 C° erhitzt wird. Der von Heinemann eingeführte Dentothermostat dient dem gleichen Zweck. Ein einfaches Sterilisierverfahren für Wattenadeln wurde von dem französischen Zahnarzt Lecrenier angegeben. Es besteht darin, daß ein Reagenzglas von 8 mm Durchmesser am unteren Ende während einiger Sekunden über dem Bunsenbrenner erwärmt wird (aber nur solange, bis die Flamme durch den Natriumgehalt des Glases noch nicht gelb gefärbt wird). In das erhitzte Reagenzglas wird die mit Watte umwickelte Nadel eingeführt, ohne die Wand zu berühren. Nach einigen Sekunden hat sich die Watte etwas bräunlich verfärbt, worauf die Nadel gebrauchsfertig ist. Für die Sterilisierung von Nervextraktoren und Bohrern soll dieses Verfahren ebenfalls brauchbar sein. Eine andere in der Praxis häufig angewandte Sterilisationsmethode entspricht dem aus der bakteriologischen Technik bekannten „Fixieren" mittels Durchziehens durch die Flamme. Versuche über die Brauchbarkeit dieses Verfahrens sind von Türkheim an Handstücken angestellt worden, die mit Speichel infiziert und dann einige Sekunden über der Spiritusflamme „fixiert" wurden mit dem Ergebnis, daß in allen Fällen ein Bakterienwachstum nicht zu beobachten war. Besondere Versuche mit Reinkulturen von Staphylokokken oder Streptokokken zeigten jedoch, daß diese Bakterien viel widerstandsfähiger waren, als die gewöhnlich im Speichel befindlichen Mundbakterien.

Untersuchungen über den Wert physikalischer Verfahren zur Sterilisierung zahnärztlicher Instrumente liegen noch verhältnismäßig wenig vor. In vielen Fällen sind bakteriologische Untersuchungen überhaupt nicht ausgeführt worden, so daß eine Möglichkeit, die einzelnen Verfahren miteinander zu vergleichen, nicht gegeben ist.

Es wurde mir deshalb von Herrn Professor Dr. Poppe die Aufgabe zugewiesen, die wichtigsten physikalischen Sterilisierungsmethoden, soweit sie für die zahnärztliche Praxis anwendbar erscheinen, mittels bakteriologischer Kontrolluntersuchungen einer Prüfung auf ihre Brauchbarkeit zu unterziehen. Versuche wurden angestellt mit folgenden physikalischen Verfahren:

1. Sterilisierung in kochendem Wasser.
2. Oelsterilisierung.
   a) Paraffinum liquidum bei 130° C.
   b) Glyzerin bei 100° und 110° C.
3. Sterilisierung nach dem Flaherty-Verfahren.
4. Sterilisierung in erhitztem Quarzsand.
5. Sterilisierung durch trockene Heißluft.
   a) bei 80°, 100°, 120° und 140° C.
   b) Verfahren nach Lecrenier.
   c) „Fixieren" über der Flamme.
6. Sterilisierung mittels der Wirkung des elektrischen Stromes bei direktem Durchtritt durch Wasser.

Eigene Untersuchungen.

Für die Versuche wurden Bohrer, Nervextraktoren, Millernadeln, Füllinstrumente und Exkavatoren benutzt, die mit den zu prüfenden Keimen in verschiedener Weise beimpft und dann dem Sterilisierverfahren ausgesetzt wurden. Da der Zweck jeder Sterilisierung in der restlosen Abtötung der an einem Instrument befindlichen Keime besteht, wurde es als ausreichend erachtet, im Versuch festzustellen, nach welcher Einwirkungszeit lebensfähige Keime an den Instrumenten nicht mehr vorhanden waren. Es konnte also davon abgesehen werden, die Abnahme der Keimzahlen während der Dauer der Sterilisierung durch Auszählung der jeweils überlebenden Keime zu ermitteln.

Folgende Bakterienarten wurden für die Impfung der einzelnen Instrumente benutzt: Bact. coli, Staphylococcus auvens und albus, Streptococcusviridans, Streptococcus lacticus und Bact. diphtheriae. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, möglichst resistente und daher zur Prüfung von Sterilisierverfahren besonders geeignete Bakterienarten zu verwenden und dabei auch die in der Mundhöhle vorkommenden Keime zu berücksichtigen. Um den in der Praxis bestehenden Verhältnissen Rechnung zu tragen, wurden außerdem Versuche ausgeführt mit Instrumenten, die mit Speichel, Eiter oder mit Detritus aus gangränösen Zähnen infiziert worden waren. Ferner wurde künstlich mit Staphylokokken infiziertes Blut sowie mit Diphtheriebazillen infizierter Speichel verwendet. Um möglichst resistente Bakterien zur Prüfung heranzuziehen, wurden z. B. frisch aus Abszessen gezüchtete Staphylokokken verwandt. Resistenzschwankungen wurden nach Möglichkeit dadurch ausgeschaltet, daß für sämtliche Versuche die gleichen, durch häufiges Ueberimpfen gut entwicklungsfähig erhaltenen Stämme benutzt wurden. Die Versuche wurden dann so durchgeführt, daß erst nach vollständigem Antrocknen der auf die Instrumente gebrachten Bakterien die Sterilisierung vorgenommen wurde. Nach Beendigung des Sterilisierungsvorganges wurde geprüft, ob an den Instrumenten noch lebensfähige Keime nachzuweisen waren. Da die Sterilisierung oftmals lediglich Wachstumsbehinderung der Bakterien zur Folge hat, ohne daß eine völlige Abtötung erfolgt, wurden für die bakteriologische Prüfung die für jede Bakterienart optimalen Nährböden benutzt, die 48—72 Stunden im Brutschrank belassen wurden.

In Vorversuchen wurde zunächst die Methodik geprüft und festgelegt.

Bei Verwendung von Reinkulturen mußten die Instrumente vor der Beimpfung keimfrei gemacht werden, damit die Gewähr gegeben war, daß sich an den Instrumenten nur die zu prüfende Bakterienart befand. Um sichere Keimfreiheit zu erzielen, wurden die Instrumente zunächst in Wasser 30—60 Minuten ausgekocht. Trotz Anwendung von Sodalösung und trotzdem die Instrumente sofort nach dem Auskochen im Trockenschrank zwischen Fließpapier in sterilen Petrischalen getrocknet wurden, zeigte sich, daß ein Rosten der Instrumente und vor allem der Bohrer nicht ganz zu vermeiden war, zumal für die Versuche größtenteils ältere und gebrauchte Instrumente zur Anwendung

kamen. Da außerdem durch das Kochen in Sodalösung häufig ein feiner Sodaniederschlag auf den Instrumenten entstand, der schädigend auf die zur Infektion benutzten Keime wirken konnte, wurde dazu übergegangen, die Instrumente im Trockensterilisator in trockener Heißluft von 160° bis 180° C zu entkeimen. Das Beimpfen erfolgte durch Eintauchen der Instrumente in Bouillonkulturen oder meist auf die Weise, daß Oberflächenkulturen in Petrischalen mit den Instrumenten abgestrichen wurden. Dieses letztere Verfahren hat sich gut bewährt, da so eine bessere und gründlichere Beimpfung der Instrumente erzielt wurde. Das Anfassen der Instrumente geschah mittels einer Pinzette, die durch Ausglühen und Abflammen mit Alkohol steril gemacht war. Nach der Infektion kamen die Instrumente in sterile Petrischalen oder in Reagenzgläser, um die Bakterien antrocknen zu lassen. Die Antrocknungszeit betrug im Höchstfalle 24 Stunden, da nach dieser Zeit manchmal schon Schädigungen der Bakterien eintraten. Den Verhältnissen in der Praxis entsprechend wurde die Trocknung meist innerhalb einiger Stunden vollzogen. Der Zweck der eigentlichen Versuche war, darzutun, nach welcher Zeit durch eine bestimmte Methode die Entkeimung der infizierten Instrumente erzielt werden konnte. Es war deshalb notwendig, von Zeit zu Zeit einige Instrumente der Einwirkung der Sterilisierung zu entziehen und auf Keimgehalt zu prüfen. Diese Instrumente wurden für 24 Stunden in Bouillonröhrchen gebracht, teils um die Keime von den Instrumenten abzuschwemmen, teils aber auch, um die Keime in der auf 37° C gehaltenen Bouillon anzureichern. Eine Trübung der Bouillon zeigte dann an, ob noch entwicklungsfähige Keime vorhanden waren. Es stellte sich aber heraus, daß auch völlig keimfreie Instrumente, besonders Bohrer, in der Bouillon ebenso in Peptonwasser, welches versuchsweise benutzt wurde, eine Trübung und einen Niederschlag hervorriefen, der bei äußerer Betrachtung durchaus dem Bakterienwachstum glich. Die mikroskopische Untersuchung sowie die chemische Prüfung mittels der Berliner-Blaureaktion ergaben jedoch, daß es sich bei diesen Niederschlägen in der Bouillon lediglich um durch Rosten der Bohrer entstandene Eisenverbindungen handelte. Es war zu befürchten, daß diese Niederschläge, die ja auch entstanden, wenn mit den Bohrern irgendwelche Keime in die Bouillon gebracht wurden, eine schädliche Wirkung auf das Wachstum der Keime ausüben könnten. Da Ver-

suche von Nespital gezeigt hatten, daß eine keimschädigende Wirkung dieser Eisenniederschläge nicht in Frage kommt, war eine Aenderung der Versuchsmethodik nicht notwendig. Aus diesen Feststellungen geht hervor, daß aus einer Trübung der Bouillon keineswegs schon auf die Anwesenheit von Bakterien geschlossen werden durfte, denn jede Trübung konnte ebenso gut vom Instrument selbst verursacht sein. Es mußte deshalb so vorgegangen werden, daß von der getrübten Bouillon auf andere Nährböden weitergeimpft wurde. Das Wachstum auf diesen Nährböden konnte dann erst beweisen, daß das Instrument, welches eine Trübung der Bouillon verursacht hatte, nach einer bestimmten Einwirkungsdauer des Sterilisierverfahrens noch nicht keimfrei war. Schließlich war noch zu bedenken, ob nicht die Instrumente in der Bouillon oder auch nach der Beimpfung durch reine Metallwirkung die an ihnen haftenden Keime schädigen würden. Nach Hailer tritt aber eine bakterizide Metallwirkung nur bei Silber, Quecksilber und Kupfer ein, während eine Schädigung der Bakterien durch Eisen nicht zu beobachten ist.

Die bei den verschiedenen Sterilisierverfahren erhaltenen Ergebnisse wurden in Tabellenform niedergelegt, wie folgendes Beispiel zeigt:

Tabelle I.

Sterilisierung in trockener Heißluft von 120° C.

Bohrer = Beimpfung: Staphylococcus aureus.

Einwirkungszeit	Bouillon	Abimpfung auf Agarplatte
0 Minuten	Trübung	Wachstum = Staphylococcus aureus
5 Minuten	„	desgl.
10 Minuten	„	desgl.
15 Minuten	„	desgl.
20 Minuten	„	desgl.
25 Minuten	keine Trübung	kein Wachstum
30 Minuten	„ „	desgl.

Aus den Einzelergebnissen wurde dann das Gesamtergebnis der Prüfung eines bestimmten Sterilisierverfahrens zusammengestellt. Für jede Sterilisierungszeit wurden Parallelversuche ausgeführt, außerdem zu Beginn und am Ende des Versuchs Kontrollprüfungen mit beimpften, nicht sterilisierten Instrumenten vorgenommen, um nachzuweisen, daß die Instrumente infiziert und

daß die Keime beim Antrocknen nicht zugrunde gegangen waren. Zum Nachweis der benutzten Bakterien dienten bei Staphylokokken Agar (PH 7,6) in Petrischalen, bei Streptokokken Löfflerserum oder Agarplatten mit 8—10% Blutzusatz, bei Diphtheriebazillen Löfflerserum, bei Kolibakterien Lackmusmilchzucker-Agarplatten. Wenn die Instrumente mit Eiter, Blut, Speichel oder Detritus gangränöser oder kariöser Zähne infiziert worden waren, wurde so vorgegangen, daß das Material mit etwas Bouillon auf Agar, Lackmusmilchzucker-Agar und auf Blutplatten ausgestrichen wurde. Vom Speichel und Detritus wurden außerdem Kulturen in Traubenzucker-Schichtagar angelegt zwecks Nachweises etwaiger anaërober Keime.

Das gangränöse Material zur Infektion der Instrumente wurde von frisch extrahierten Zähnen entnommen. Die mikroskopische Untersuchung des Detritus ergab in der Regel Staphylokokken, Streptokokken, grampositive Kurzstäbchen mit mittelständigen Sporen, die Alkali bildeten, sowie eine große Zahl grampositiver und gramnegativer Kokken und Stäbchen, auf deren nähere Differenzierung verzichtet wurde. In denAnaerobierkulturen fanden sich schwefelwasserstoffbildende Stäbchen. Der Eiter stammte aus der Universitäts-Zahnklinik oder aus der Chirurgischen Universitätsklinik und enthielt Staphylokokken, in einem Fall auch Kolibakterien.

Vor Beginn der eigentlichen Sterilisierversuche wurden noch Vorversuche durchgeführt zur Prüfung der Haltbarkeitsdauer der verschiedenen Bakterien an den Instrumenten. Beimpft wurden je 35 Exkavatoren, Nervnadeln und Bohrer mit Detritus gangränöser Zähne, je 35 Bohrer und Nervnadeln mit Staphylococcus aureus, je 35 Bohrer mit Staphylococcus albus, Streptococcus viridans, Bact. diphtheriae, Bact. coli und mit Speichel. Die infizierten Instrumente wurden einzeln in sterilen Reagenzgläsern im Dunklen aufbewahrt. In Abständen von je 24 Stunden wurde ein Röhrchen geöffnet und das darin befindliche Instrument auf Keimgehalt geprüft. Am geringsten war die Haltbarkeit der Streptokokken. Die mit ihnen beimpften Instrumente waren bereits nach 48 Stunden steril. Nach 8 Tagen waren dann die mit Speichel beimpften Instrumente keimfrei. Alle anderen Bakterien waren nach Ablauf der 5 Wochen noch entwicklungsfähig, ein weiterer Beweis für die große Resistenz der meisten Bakterien gegen Austrocknung und für die vorher er-

wähnte Behauptung Hailers, daß eine merkliche bakterizide Wirkung des Eisens nicht nachweisbar sei.

Die eigentlichen Versuche begannen mit der Prüfung des Kochverfahrens.

1. Sterilisierung in kochendem Wasser.

Geprüft wurden zunächst Bohrer, die in der geschilderten Weise beimpft und getrocknet und dann in einem Instrumentenkocher ausgekocht wurden. Von 5 zu 5 Minuten wurden je 2 Bohrer aus dem kochenden Wasser genommen und auf Keimgehalt geprüft. Die Beimpfung war erfolgt mit Staphylococcus aureus und albus, Streptococcus viridans und lacticus, Bact. coli, Bact. diphtheriae, ferner mit gangränösem Detritus, Eiter, Speichel, Blut, welches mit Staphylokokken, und Speichel, der mit Diphtheriebazillen infiziert war. Das Ergebnis war, daß bereits nach 5 Minuten bei sämtlichen Bohrern Bakterien nicht mehr nachgewiesen wurden. Die einzige Ausnahme bildete ein Bohrer, der mit Detritus geimpft war und bis zu 20 Minuten Bakterienwachstum zeigte. Die Infektion des Bohrers war auf natürliche Weise durch Ausbohren eines Zahnes erfolgt, wodurch das Material äußerst fest in die Vertiefungen des Bohrerkopfes gepreßt und außerdem noch mit Bohrstaub umhüllt wurde. Dieser Versuch wurde wiederholt mit dem Ergebnis, daß nach einer Kochzeit von 5 Minuten sämtliche Bohrer entkeimt waren.

Um die kürzeste Sterilisierungszeit festzustellen, wurden weitere Versuche durchgeführt, bei denen die Bohrer nur für wenige Minuten in das kochende Wasser kamen. Es ergab sich, daß nach 2 Minuten sämtliche Keime abgetötet waren und nach 1 Minute lediglich die mit Staphylococcus aureus und mit gangränösem Detritus beimpften Bohrer noch eine Keimentwicklung zeigten. Die Kontrollprüfung der nicht gekochten Bohrer lieferte stets Bakterienwachstum.

2. Oelsterilisierung.

Zwei Versuchsreihen wurden durchgeführt, einmal Sterilisierung in Paraffinum liquidum bei 130° C und zweitens in Glyzerin bei 100° und 110° C. Die Bohrer der ersten Versuchsreihe wurden beimpft mit Staphylococcus aureus und albus und Bact. coli sowie mit Speichel; die Bohrer der zweiten Reihe mit Staphylococcus aureus, Staphylococcus albus, Bact. coli,

Speichel und Detritus. Bereits nach einer Versuchsdauer von einer Minute waren die Bohrer keimfrei geworden.

Bei der Erhitzung des Paraffins entstanden, worauf auch von anderer Seite hingewiesen worden ist, unangenehme Oeldämpfe, während die Sterilisierung in Glyzerin ohne Dampfbildung vor sich ging. Als störend wurde ferner empfunden, daß sowohl das Paraffinum liquidum als auch das Glyzerin an den sterilisierten Instrumenten haften blieb und dort einen fettigen Ueberzug bildete.

3. Sterilisierverfahren nach Flaherty.

Die für die Untersuchungen benutzte Legierung (Blei und Zinn zu gleichen Teilen) hatte einen Schmelzpunkt von etwa 180° C. In einer ersten Versuchsreihe wurden infizierte Nerv- und Millernadeln im Flaherty-Apparat sterilisiert, in einer zweiten Reihe Millernadeln, die dünn mit Watte umwickelt und dann durch Eintauchen in Kulturbouillon beimpft waren. Um Versuchsfehler möglichst auszuschalten, mußte darauf geachtet werden, daß nur die Spitzen der Nadeln beimpft wurden, da die Nadeln nicht vollständig in das flüssige Metall eingetaucht werden. Zur Beimpfung wurden benutzt: Staphylococcus aureus und albus, Streptococcus viridans und lacticus, Bact. coli und Bact. diphtheriae, sodann Speichel, Detritus, Blut, mit Staphylokokken infiziert, ferner Eiter. Die Sterilisierzeit betrug 1—10 Sekunden.

Das Ergebnis der ersten Versuchsreihe war, daß Staphylokokken und Kolibakterien nach 2 Sekunden noch nicht abgetötet waren, während sämtliche anderen Nadeln schon nach 1 Sekunde steril geworden waren. Die mit Watte umwickelten Nadeln waren größtenteils ebenfalls nach 1 Sekunde keimfrei, Kolibakterien und Staphylokokken erst nach 3—4 Sekunden abgetötet. Es zeigte sich bei der Durchführung der Versuche, daß eine Ueberhitzung des Metalls leicht eintrat, wobei sich sofort eine Oxydationsschicht auf der Oberfläche bildete, die an den Instrumenten haften blieb. Durch vorheriges Eintauchen in Paraffinum liquidum läßt sich das Haftenbleiben des Metalls, besonders bei größeren Instrumenten wie Sonden und Pinzetten vermeiden.

4. Sterilisierung in heißem Quarzsand.

Zur Prüfung der von Möser angegebenen Sterilisation von Instrumenten in heißem Quarzsand wurde gereinigter und ge-

siebter Quarzsand in einem Blechtopf im Heißluftsterilisator auf 190° C und für einen zweiten Versuch auf 130° C erhitzt. Nachdem die gewünschte Temperatur erreicht war, wurde das Gefäß mit dem Sand aus dem Sterilisator genommen. Die beimpften Instrumente wurden so in den Sand gesteckt, daß sie vom heißen Sand völlig bedeckt waren. Der Sand hielt verhältnismäßig lange seine sehr hohe Temperatur, besonders, wenn das Gefäß mit Tüchern umwickelt wurde; auf 195° C erhitzter Sand hatte nach 30 Minuten noch eine Temperatur von 162° C.

Die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse der mit heißem Sand sterilisierten Instrumente sind in nachstehenden Tabellen zusammengefaßt:

Tabelle II.

a) Anfangstemperatur des Sandes: 195° C.

Beimpfung d. Instrumente mit	1	2	3	4	5	10	30	60 Sekunden
Staphylococcus aureus	+	+	+	+	+	+	+	—
Streptococcus viridans	—	—	—	—	—	—	—	—
Bact. diphtheriae	+	+	+	+	—	—	—	—
Zahndetritus	+	+	—	—	—	—	—	—
Eiter	—	—	—	—	—	—	—	—

b) Anfangstemperatur des Sandes: 130° C.

Beimpfung d. Instrumente mit	5	10	15	20 Minuten.
Staphylococcus aureus	+	+	+	—
Streptococcus lacticus	—	—	—	—
Bact. coli	+	—	—	—
Eiter	—	—	—	—
Speichel	—	—	—	—

+ = Wachstum; — = kein Wachstum.

5. Sterilisierung durch trockene Heißluft.

Die folgenden Untersuchungen betrafen die Prüfung der keimtötenden Kraft der trockenen Hitze.

a) Zunächst wurden Versuche über die Sterilisation im Heißluftsterilisator durchgeführt. Es wurden für alle Versuche der Einfachheit halber Bohrer benutzt, trotzdem sich für praktische Zwecke eine Erhitzung dieser Instrumente auf über 120° C verbietet, da sonst ihre Härte leidet. Die beimpften

Bohrer wurden einzeln in sterile Reagenzgläser verbracht, die, nachdem die Keime einige Stunden angetrocknet waren, im Heißluftsterilisator Temperaturen von 80°, 100°, 120° und 140° C ausgesetzt wurden.

Die Sterilisierung beimpfter Bohrer im Trockensterilisator bei 80° C hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle III.

Trockensterilisation bei 80° C.

Art der Beimpfung	15	30	45	60	75	90	105	120 Minuten.
Staphylococcus aureus	+	+	+	+	—	—	—	—
Staphylococcus albus	+	+	+	+	+	+	+	+
Streptococcus viridans	—	—	—	—	—	—	—	—
Bact. coli	+	+	+	+	+	+	+	+
Bact. diphtheriae	+	+	+	+	+	+	+	+
Zahndetritus	+	+	+	+	+	+	+	+
Speichel	+	—	—	—	—	—	—	—
Speichel mit Diphteriebazillen	+	+	+	+	—	—	—	—

Es zeigte sich also, daß die meisten der benutzten Keime eine Erhitzung auf 80° C stundenlang ertragen, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Die Diphtheriebazillen waren durch die lange Hitzewirkung insofern geschädigt, als die Färbbarkeit der Polkörnchen nur noch sehr schwach war. Sie war jedoch wieder vollständig, nachdem die geschädigten Diphtheriebazillen einige Male auf geeignete Nährböden (Löfflerserum) übergeimpft worden waren. Die Instrumente, die mit Speichel und Diphtheriebazillen beimpft waren, enthielten nach 15 Minuten Sterilisationsdauer noch Diphtheriebazillen vermischt mit Speichelflora, während nach 30 Minuten lediglich die Diphtheriebazillen lebensfähig waren. Daß diese nach 75 Minuten abgetötet waren, während die mit Diphtheriekultur beimpften Bohrer noch nach 2 Stunden Wachstum zeigten, dürfte seinen Grund in der Art der Beimpfung haben. Diese war nämlich vorgenommen worden bei den mit infiziertem Speichel beimpften Bohrern durch Eintauchen der Instrumente in den Speichel, so daß verhältnismäßig wenige Keime erfaßt wurden, während im zweiten Falle die Bohrerköpfe mit Kultur-

belag beimpft wurden, wodurch eine dickere Bazillenschicht entstand.

Die Einwirkung der trockenen Hitze von 100° C hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle IV.

Trockensterilisation bei 100° C.

Art der Beimpfung	5	10	15	20	25	30	35	40 Minuten.
Staphylococcus aureus	+	+	+	+	+	—	—	—
Staphylococcus albus	+	+	+	+	—	—	—	—
Streptococcus viridans	+	—	—	—	—	—	—	—
Bact. coli	+	+	+	+	—	—	—	—
Bact. diphtheriae	+	+	+	+	+	—	—	—
Zahndetritus	+	+	+	+	+	+	+	—
Speichel	+	—	—	—	—	—	—	—
Eiter	+	+	—	—	—	—	—	—
Blut mit Staphylokokken	+	+	+	—	—	—	—	—

Die Resistenz der Bakterien war also auch bei 100° C trockener Hitze noch groß. Eigentümlich war die geringe Widerstandskraft des Eiters, die sich bei allen Versuchen zeigte, trotzdem stets frischer Eiter aus akuten Prozessen verschiedener Art benutzt wurde.

Bessere Ergebnisse wurden bei 120° C erzielt:

Tabelle V.

Trockensterilisation bei 120° C.

Art der Beimpfung	5	10	15	20	25 Minuten.
Staphylococcus aureus	+	+	—	—	—
Staphylococcus albus	+	—	—	—	—
Streptococcus lacticus	—	—	—	—	—
Bact. coli	+	+	+	+	—
Bact. diphtheriae	+	+	—	—	—
Zahndetritus	+	+	—	—	—
Speichel	—	—	—	—	—
Eiter	+	—	—	—	—
Blut mit Staphylokokken	+	+	—	—	—

Die Prüfung der Heißluftsterilisierung bei 140° C ergab, daß bei dieser Temperatur nach 5 Minuten die meisten Keime abgetötet waren. Nur Staphylokokken, Kolibakterien und De-

tritus widerstanden der 5 Minuten langen Einwirkung der trockenen Heißluft von 140° C.

b) Das von Lecrenier angegebene Verfahren zur Sterilisierung von Wattenadeln, das ebenfalls auf der Wirkung der heißen Luft beruht, wurde in mehreren Versuchen geprüft. Es wurde dabei genau nach den von Lecrenier gemachten Angaben verfahren. Die mit Watte dünn umwickelten Millernadeln wurden sterilisiert, beimpft und 24 Stunden getrocknet. Ein Reagenzgläschen von ungefähr 8 mm Durchmesser wurde sodann über der Flamme eines Bunsenbrenners erhitzt bis kurz vor dem Zeitpunkt, wo die Gelbfärbung der Flamme einzutreten pflegt. In das erhitzte Gläschen wurde eine beimpfte Wattenadel mit steriler Pinzette eingebracht, ohne dabei die Wand und den Boden des Glases zu berühren. Beim Einführen der Nadel betrug die Temperatur im Innern des Röhrchens etwa 190° C. Die Watte färbte sich nach wenigen Sekunden bräunlich, worauf die Nadel aus dem Glas genommen und der Keimgehalt geprüft wurde. Diese Versuche wurden immer mit je 7 Wattenadeln, die mit der gleichen Bakterienart beimpft waren, durchgeführt. Fünf Nadeln wurden dem Sterilisierverfahren unterzogen, während die anderen beiden als Kontrolle dienten. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war:

Tabelle VI.
Sterilisation von Wattenadeln nach dem Verfahren von Lecrenier.

Art der Beimpfung	Ergebnis
Staphylococcus aureus	Wachstum
Staphylococcus albus	Kein Wachstum
Streptococcus viridans	Kein Wachstum
Bact. coli	Wachstum
Bact. diphtheriae	Wachstum
Zahn-Detritus	Wachstum
Speichel	Wachstum
Eiter	Wachstum

Von den mit Staphylococcus aureus und Detritus beimpften Wattenadeln waren je zwei nach Durchführung der Versuche bewachsen, während mit den drei anderen ein Wachstum nicht erzeugt werden konnte. Von den mit Coli- und Diphtherie-

bazillen, Speichel und Eiter beimpften Nadeln zeigte nur je eine noch Wachstum. Dies Ergebnis dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß eine genaue Sterilisierzeit nicht einzuhalten war.

c) Ferner wurde das in der Praxis übliche Abflammen der Instrumente über einer Spiritus- oder Gasflamme auf seine Wirksamkeit untersucht. Fünf auf gleiche Weise infizierte Bohrer wurden 12 Stunden in sterilen Petrischalen getrocknet. Drei Bohrer wurden dreimal langsam durch die Flamme eines Bunsenbrenners gezogen, ein Verfahren, das nach Türkheim etwa dem Fixieren bakteriologischer Präparate auf Objektträgern in der Flamme gleicht. Mit den beiden anderen Bohrern wurde am Ende des Versuchs kontrolliert, ob die Instrumente auch tatsächlich während des Versuchs mit lebensfähigen Keimen infiziert waren. Das Ergebnis der Versuche zeigt nachstehende Tabelle:

Tabelle VII.

Sterilisation durch Abflammen.

Art der Beimpfung	Ergebnis
Staphylococcus aureus	Kein Wachstum
Staphylococcus albus	Wachstum
Streptococcus lacticus	Kein Wachstum
Bact. coli	Kein Wachstum
Bact. diphtheriae	Wachstum
Zahn-Detritus	Wachstum
Speichel	Wachstum
Eiter	Wachstum

Der Versuch ergab, daß an vielen Instrumenten nach dem Abflammen noch lebensfähige Keime vorhanden waren. Dem Verfahren dürfte eine Sicherheit der Wirkung kaum zukommen, da eine gleiche Sterilisierungszeit nicht einzuhalten ist. So waren die mit Staphylococcus albus und mit Bact. diphtheriae beimpften Instrumente nach dem Abflammen noch nicht entkeimt, während Staphylococcus aureus und Bact. coli abgetötet waren. Die Unsicherheit dieses Verfahrens wurde auch damit bewiesen, daß von drei beimpften Instrumenten nach Ablauf der Sterilisierzeit meist ein Instrument noch keimhaltig war, während die beiden anderen bereits steril waren.

Ein weiterer Versuch wurde noch mit Exkavatoren angestellt, die mit Staphylokokken, Kolibakterien, Zahn-Detritus und Speichel beimpft worden waren. Es wurde festgestellt, daß durch 10 Sekunden langes Erhitzen in der Gasflamme die infizierten Exkavatoren keimfrei gemacht worden waren.

6. Sterilisierung durch den elektrischen Strom.

Schließlich wurde ein Sterilisationsverfahren geprüft, das bei der Mostherstellung zur Abtötung von Gärungserregern Anwendung gefunden hat. Das Verfahren beruht auf der keimtötenden Wirkung des elektrischen Stromes bei direktem Durchtritt durch eine Flüssigkeit, wobei Wärme erzeugt wird. Die benötigte sehr einfache Apparatur besteht aus zwei an die elektrische Lichtleitung anzuschließenden Elektroden verschiedenen Potentials, die in die Flüssigkeit eingetaucht werden. Der bei Einschaltung des Stromes innerhalb der Flüssigkeit entstehende Stromfluß ist abhängig von der Spannung, dem Abstand der Elektroden und dem Widerstand der Flüssigkeit. Beim Stromdurchtritt durch eine Flüssigkeit entsteht Elektrolyse und eine allmähliche Erwärmung. Bei großer Stromstärke können sehr große Wärmegrade erreicht werden.

Es ist möglich, daß die bei Durchtritt des elektrischen Stromes durch Flüssigkeit entstehende keimtötende Wirkung weniger dem elektrischen Strom selbst, als vielmehr der Elektrolyse und Erwärmung zuzuschreiben ist. Tatsächlich haben auch Versuche von Thiele und Wolf ergeben, daß nach Ausschaltung der Elektrolyse und der Erwärmung weder der Wechselstrom noch der Gleichstrom eine sterilisierende Wirkung hatte.

Es schien von Bedeutung zu sein, ob dieses elektrische Verfahren für die Sterilisierung von Instrumenten benutzt werden könnte. Um diese Frage zu prüfen, wurde eine Reihe von Versuchen durchgeführt, bei denen nach den gleichen Grundsätzen verfahren wurde, die bei der Sterilisation von Most Anwendung gefunden haben. Als Behälter für die bei den Versuchen benutzte Flüssigkeit (Wasser) diente ein kleines Becherglas, das mit einem passenden Korkverschluß versehen wurde. Durch diesen Korken wurde ein Thermometer und ein kleines Glasröhrchen (zur Ableitung etwa entstehender Gase) in das Wasser eingeführt und außerdem zwei Kohleelektroden verschiedenen Potentials, die an die elektrische Lichtleitung an-

geschlossen werden konnten. Da bei voller Stromstärke nach kurzer Zeit das Wasser im Becherglas zu sieden begann, wurde eine 30 Watt-Lampe als Widerstand zwischengeschaltet. Die Temperatur des Wassers hielt sich darauf ziemlich gleichmäßig auf 70° C. Bei Benutzung dieses Apparates zeigte sich bald, daß gleich nach dem Einschalten des Stromes sich einzelne Kohleteilchen von den Elektroden ablösten und das Wasser trübten, so daß nach einer Stunde schon die ganze Flüssigkeit schwarz gefärbt war. Nicht ausgeschlossen ist es, daß diese kleinen abgelösten Kohleteilchen für die Sterilisierungswirkung von Bedeutung sind, da sie infolge ihrer Adsorptionskraft die an den Instrumenten befindlichen Keime aufzunehmen vermögen.

Wie bei den vorhergehenden Versuchen wurden wieder die Instrumente (Bohrer) mit den verschiedensten Keimen beimpft. Nach Antrocknung wurden die infizierten Bohrer in den beschriebenen Apparat verbracht und zwei Versuchsreihen durchgeführt. In der ersten Reihe wurden die Bohrer erst in das Wasser gebracht, nachdem der Strom schon einige Zeit eingeschaltet war und das Wasser schon seine höchste Temperatur (70° C) erreicht hatte. Die Instrumente der zweiten Versuchsreihe kamen in den Sterilisator, bevor der Strom eingeschaltet und solange das Wasser noch kalt war, so daß es dann etwa eine halbe Stunde dauerte, bis 70° C erreicht waren. In Abständen von 5—10 Minuten wurden je zwei Bohrer aus dem Apparat genommen. Dabei wurde jedesmal der Strom ausgeschaltet. Die Prüfung dieser Bohrer auf Keimgehalt hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle VIII.

Sterilisation durch elektrischen Strom bei Durchtritt durch Wasser.

a) Anfangstemperatur: 70° C.

Art der Beimpfung	5	10	15	20 Minuten.
Staphylococcus aureus	+	+	+	—
Staphylococcus albus	+	+	—	—
Streptococcus lacticus	+	—	—	—
Eiter	+	+	—	—

b) Anfangstemperatur: 20° C.

Art der Beimpfung	20	40	50	60	70	80	90 Minuten.
Bact. coli	+	+	—	—	—	—	—
Zahndetritus	+	+	+	+	+	—	—
Speichel	+	+	+	+	+	+	—
Speichel mit Diphtheriebazillen	+	+	+	—	—	—	—

Der Unterschied zwischen den Ergebnissen der ersten und zweiten Versuchsreihe erklärt sich daraus, daß im Versuch b das Wasser meist erst nach 40—50 Minuten eine Temperatur von 70° C erreicht hatte, zumal ja alle 5—10 Minuten die Stromzufuhr unterbrochen wurde, um zwei Bohrer herauszunehmen.

Die Instrumente, welche einige Zeit dem Sterilisierverfahren unterzogen wurden, waren immer mit einem Belag von Kohleteilchen bedeckt, der erst hätte entfernt werden müssen, wenn die auf diese Weise sterilisierten Instrumente in Benutzung genommen werden sollten.

Daß die sterilisierende Wirkung dieses Verfahrens wohl in der Hauptsache auf der sekundär entstehenden Wärme und nicht auf der Wirkung des elektrischen Stromes beruht, ergibt sich aus dem Unterschied der beiden Versuchsreihen, der nicht so groß sein könnte, wenn der elektrische Strom an sich, der in beiden Versuchen von Anfang an vorhanden ist, eine keimtötende Wirkung gehabt hätte.

Besprechung der Ergebnisse.

Zweck der Arbeit war, einige auf physikalischen Grundsätzen beruhende Verfahren auf ihre Brauchbarkeit zur Sterilisierung zahnärztlicher Instrumente zu prüfen. Die im zahnärztlichen Schrifttum angegebenen sowie einige besondere Methoden wurden bei diesen Versuchen herangezogen, die feststellen sollten:

1. ob diese Methoden für die zahnärztliche Praxis brauchbar sind,
2. ob sie die Gewähr für eine hinreichend sichere Sterilisierung der Instrumente bieten.

Diese Versuche wurden einerseits mit verschiedenen Bakterienarten, andererseits mit natürlichem Infektionsmaterial (Speichel, Blut, Eiter, Zahn-Detritus) durchgeführt auf die

Weise, daß die verschiedenen Instrumente (Bohrer, Nerv- und Millernadeln, Exkavatoren und Füllinstrumente) damit infiziert wurden. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Tabelle IX zusammengestellt, in der nicht die einzelnen Keimarten, sondern nur die Abtötungszeiten für sämtliche Infektionserreger und für sonstiges infiziertes Material berücksichtigt wurden.

Tabelle IX.

Ergebnis der Sterilisierung mit verschiedenen physikalischen Verfahren.

Sterilisierverfahren	1/10	1'	2	10	20	25	40	85 Minuten.
1. Flaherty-Verfahren	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Quarzsand 195°C	+	—	—	—	—	—	—	—
3. Paraffinum liquidum u. Glyzerin 100°, 110°, 130°C	+	+	—	—	—	—	—	—
4. Kochen in Sodalösung	+	+	—	—	—	—	—	—
5. Trockene Heißluft 140°C	+	+	+	—	—	—	—	—
6. Quarzsand 130°C	+	+	+	+	—	—	—	—
7. Trockene Heißluft 120°C	+	+	+	+	+	≥	—	—
8. Trockene Heißluft 100°C	+	+	+	+	+	+	—	—
9. Elektrischer Strom	+	+	+	+	+	+	+	—
10. Trockene Heißluft 80°C	+	+	+	+	+	+	+	+

+ = Wachstum; — = Kein Wachstum.

Die Sterilisierung von Wattenadeln nach dem Verfahren von Lecrenier sowie das Erhitzen der Instrumente über der Gasflamme wurden nicht berücksichtigt, weil in beiden Fällen genaue Sterilisierungszeiten nicht ermittelt werden konnten. Beide Methoden dürften höchstens im Notfall als Hilfsmittel zur Reinigung von Instrumenten während einer konservierenden Behandlung Bedeutung haben, denn eine im chirurgischen Sinne einwandfreie Sterilisation läßt sich, wie die bakteriologischen Versuchsergebnisse zeigten, durch derartige Verfahren nicht erzielen, zumal ein längeres Erhitzen oder gar Ausglühen der Instrumente sich wegen der dadurch eintretenden Schädigungen von selbst verbietet. Die Sterilisierungsmethode von Lecrenier ist außerdem zu umständlich, um allgemein Verwendung zu finden; auch ist es sehr schwer, eine Ueberhitzung des Glasröhrchens und ein Verkohlen der Watte zu vermeiden. Dieser Uebelstand würde ausgeschaltet sein, wenn

das Verfahren lediglich auf Nervnadeln oder Millernadeln, die nicht mit Watte umwickelt werden, Anwendung fände. Diese Art der Sterilisierung wäre zuverlässiger als ein bloßes „Fixieren" über der Flamme und schonender als ein langes Erhitzen oder Ausglühen der Instrumente.

Das Flaherty-Sterilisierungsverfahren in leicht flüssigem Metall hat Bedeutung für die Sterilisierung von Instrumenten während der konservierenden Behandlung. Die Versuchsergebnisse entsprachen durchaus den in der zahnärztlichen Literatur niedergelegten Angaben. Es ist also möglich, mittels des Flaherty-Sterilisators Nervnadeln, Wattenadeln, Füllinstrumente, Exkavatoren, somit fast alle für die konservierende Behandlung notwendigen Instrumente in höchstens $^1/_{10}$ Minute keimfrei zu machen. Auf Bohrer kann dies Verfahren wegen der dabei entstehenden Temperatur von 170° bis 200° C keine Anwendung finden. Unter Berücksichtigung der überaus günstigen Versuchsergebnisse ist es verwunderlich, daß das Flaherty-Verfahren sich nicht allgemein in der zahnärztlichen Praxis durchgesetzt hat. Der Grund dürfte in den leicht eintretenden lästigen und störenden Begleiterscheinungen zu suchen sein, besonders in dem durch Ueberhitzung verursachten Haftenbleiben von Metallteilchen an den Instrumenten. Hauptsächlich dürfte aber in Betracht kommen, daß es für unnötig gehalten wird, während der konservierenden Behandlung noch eine solche Sterilisierung der Instrumente kurz vor ihrer Benutzung durchzuführen, zumal diese vorher gesäubert und sterilisiert sind, so daß eine Uebertragung von Krankheitserregern von vorher behandelten Patienten auf andere mit Sicherheit auszuschließen ist. Da in der Mundhöhle ein aseptisches Arbeiten an sich unmöglich ist und da außerdem bei jeder konservierenden Behandlung (vor allem der Wurzelbehandlung) die stärksten chemischen Desinfektionsmittel und Antiseptika verwendet werden, so dürfte darin der Grund zu suchen sein, daß das Flaherty-Verfahren keinen Eingang gefunden hat.

Die bei der Sterilisierung mit heißem Paraffinum liquidum und Glyzerin erzielten Ergebnisse wären sicherlich nicht so günstig ausgefallen, wenn an Stelle der Bohrer und Exkavatoren Hand- oder Winkelstücke zu den Versuchen benutzt worden wären, die wegen ihrer Größe sich nicht so rasch erhitzen und ihrer Konstruktion nach den Bakterien besonders

günstige Verhältnisse bieten. Soweit ein Schluß zulässig ist, dürfte die von Schulte für seinen Oelsterilisator vorgeschriebene Sterilisierzeit von 15 Minuten bei 135° C für eine sichere Sterilisation der Hand- und Winkelstücke als ausreichend anzusehen sein. Da bei Erhitzung von Paraffinum liquidum unangenehme Dämpfe auftreten, müßte die Sterilisierung der Instrumente außerhalb des Sprechzimmers erfolgen, wenn nicht die von Dirska empfohlene 10%ige Glyzerin-Sagrotanlösung verwendet wird, wobei allerdings auf die Schmierwirkung des Paraffinum liquidum zu verzichten sein würde. Tatsache ist jedenfalls, daß die sog. Oelsterilisation jederzeit eine schnelle und einwandfreie Sterilisierung aller Instrumente ermöglicht. Der bei diesem Sterilisierverfahren auf den Instrumenten entstehende fettige und ölige Ueberzug könnte am besten entfernt werden durch Abwischen der Instrumente mit einem fettlösenden chemischen Desinfektionsmittel. Auf diese Art sterilisierte und nachbehandelte Instrumente können auch für chirurgische Zwecke Verwendung finden, wobei noch von Vorteil wäre, daß die Instrumente und vor allem die Schneiden der Messer und Meißel mehr geschont werden als beim Kochen in Sodalösung.

Die Sterilisation in heißem Quarzsand lieferte sehr gute Ergebnisse. Die günstigste Temperatur dürfte bei 200° C liegen. Aus welchem Grunde sich dieses Verfahren nicht durchgesetzt hat, ist schwer zu entscheiden. Vielleicht liegt es daran, daß es verhältnismäßig lange Zeit dauert, bis der Sand die erforderliche Temperatur annimmt, die er dafür lange behält. Die Vorteile des Verfahrens, dem eine Säuberung der Instrumente von groben Verunreinigungen vorauszugehen hat, sind, wie Möser mit Recht hervorhebt, die geringen Anschaffungskosten, die kurze Sterilisierungszeit (10 Minuten bei 200° C) und die einfache Handhabung. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Instrumente bei dieser Art der Sterilisierung geschont werden, denn sie werden völlig trocken, so daß sie nicht rosten können.

Die Versuche über den Wert der Sterilisierung von Instrumenten in kochendem Wasser brachten eine Bestätigung der Tatsache, daß sämtliche für gewöhnlich in der Mundhöhle vorkommenden Krankheitskeime durch das Kochen in kürzester Zeit abgetötet werden. Dieses am meisten angewandte Sterilisierungsverfahren wird demnach weiter zu empfehlen sein, zu-

mal dann, wenn Instrumente aus nichtrostendem Stahl zur allgemeinen Einführung kommen.

Die Versuche mit trockener Heißluft hatten das Ergebnis, daß Temperaturen unter 100° C zur Sterilisierung von Instrumenten nicht ausreichend sind. Wärmegrade von 120 und 140° C waren viel wirksamer. Für chirurgische Instrumente dürfte die Trockensterilisierung nicht genügen, besonders, wenn die große Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze in Betracht gezogen wird. Eine einwandfreie Sterilisation der Bohrer mittels trockener Heißluft dürfte nicht möglich sein, da die höchste Temperatur, die diese Instrumente vertragen, ohne ihre Härte zu verlieren, etwa bei 120° C gelegen ist. Um Bohrer mittels Heißluft zu sterilisieren, müßte eine Temperatur von 120° C ungefähr 45 Minuten einwirken. Für Bohrer ist daher der Kochsterilisierung wohl der Vorzug zu geben. Einer weiteren Prüfung würde es bedürfen, ob die Verluste, die durch das Stumpfwerden der Bohrer beim Abkochen entstehen, größer sind als die Kosten einer längeren Heißluftsterilisation. Die Sterilisierung der Bohrer bereitet jedenfalls manche Schwierigkeit. Vielleicht wäre es angezeigt, auf alle physikalischen Sterilisierungsmethoden zu verzichten und für diese Instrumente chemische Verfahren zu benutzen.

Das Verfahren, das auf der Wirkung des elektrischen Stromes bei direktem Durchtritt durch Flüssigkeiten beruht, hat für die Sterilisierung von Instrumenten keine praktische Bedeutung, denn erstens ist der elektrische Strom, wie nachgewiesen wurde, nicht imstande, die Bakterien abzutöten, und zweitens kann die durch den Stromdurchtritt verursachte Erhitzung, die allein keimtötend wirkt, durch das viel einfachere Kochverfahren bedeutend schneller und billiger erreicht werden. Der Adsorption der Bakterien an Kohleteilchen, die sich von den Elektroden ablösen, dürfte eine sterilisierende Wirkung kaum zukommen. Auch die durch Kohleteilchen verursachten Verunreinigungen der Instrumente machen dieses Verfahren für die Sterilisierung von Instrumenten ungeeignet.

Das Ergebnis der Prüfung verschiedener physikalischer Verfahren für die Sterilisierung zahnärztlicher Instrumente ist unter Zugrundelegung der bakteriologischen Untersuchungsbefunde in folgenden Schlußsätzen zusammenzufassen:

1. An erster Stelle steht das Flaherty-Verfahren (Sterilisierung in leichtflüssigem Metall), das jedoch für die allgemeine Anwendung wenig geeignet erscheint. In besonderen Fällen kann dieses Verfahren für die vollständige Entkeimung von Nerv- und Wattenadeln bei aseptischer Wurzelbehandlung von Wert sein.

2. Die Sterilisierung in heißem Quarzsand von 195° C ist für sämtliche zahnärztliche Instrumente außer Bohrern, Hand- und Winkelstücken und ähnlichen Instrumenten brauchbar.

3. Paraffinum liquidum und Glyzerin sind hauptsächlich für die Sterilisation von Hand- und Winkelstücken geeignet.

4. Die Sterilisation in trockener Heißluft von 120° C ist für sämtliche Instrumente anwendbar.

5. Die beste und für die zahnärztliche Praxis einfachste Art der Sterilisierung ist und bleibt das Auskochen der Instrumente in Wasser mit Sodazusatz.

Am Schluß meiner Ausführungen ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Poppe für die Ueberlassung des Themas sowie für die freundliche Anleitung und Förderung meiner Arbeit den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Andresen, V.: Ein neuer Sterilisationsapparat. Dtsch. Mschr. Zahnheilkunde 1907, S. 680.

Bac, K.: Eine epochemachende Neuerung in der Sterilisation der Bohrer. Zahnärztl. Rdsch. 1931, S. 420.

Baumann, J. u. Schließmann, C.: Sterilisation von Süßmost durch Elektrizität. Meckl. Landwirtschaftl. Wschr. 1932, S. 999.

Bönheim, E.: Ein Beitrag zur Sterilisation in leichtschmelzendem Metall. Zahnärztl. Rdsch. 1927, S. 290.

Dirska: Ein Beitrag zur Lösung der Sterilisationsfrage komplizierter zahnärztlicher Instrumente. Kiel 1921.

Geue, K.: Die Sünde wider die Asepsis, aber: ultra posse nemo obligatur. Zahnärztl. Rdsch. 1931, S. 1129.

Gutmann, C.: Desinfektion oder Asepsis in der konservierenden und prothetischen Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rdsch. 1932, S. 1660.

Hailer, E.: Die Desinfektion. Berlin-Dahlem 1922, S. 1185; S. 966; S. 1210; S. 1204.

Heinrichsen, C.: Zur Desinfektion im Operationszimmer; aseptische Metallhülsen für das Hand- und Winkelstück der Bohrmaschinen. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 1907, S. 465.

Hille: Aktuelles aus der konservierenden Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 33.

Hummel, A.: Kritik der Sterilisation zahnärztlicher Instrumente unter besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Schnellsterilisation nach Flaherty. Diss. Tübingen 1925.

Kadisch: Amerikanische Schnellsterilisation nach Flaherty. Zahnärztl. Rdsch. 1924, S. 428.

Kantorowicz, A.: Die Asepsis in der konservierenden Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 426.

Klein u. Weinmann: Ueber Desinfektion in leichtschmelzenden Metallen. Z. Stomat. 1925.

Lange, H.: Ueber Desinfektion mit trockener Heißluft. Z. Hyg. 82, S. 327, 1916.

Lange, L. u. Rimpau, W.: Versuche über die Dampfdesinfektion von milzbrandhaltigem Material bei Einbettung der Sporen in Schmutz u. dgl. Ref. Münch. med. Wschr. 1913, S. 2640.

Lecrenier, H.: Procédé simple pour la stérilisation des mèches à canaux. Revue de Stomat. 1927, S. 375.

Miller, W. D.: Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig 1889, S. 222.

Möser, E.: Trockensterilisation mit heißem Sand. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 361.

Muntsch: Ueber die sterilisierende Kraft gespannten Dampfes bei Luftbeimengung. Z. Hyg. 1930 111, S. 489.

Nespital, W.: Bakteriologische Untersuchungen von zahnärztlichen Instrumenten und Materialien. Diss. Rostock 1932.

von d. Osten-Sacken, H.: Versuche mit einem Formalin-Trockensterilisator. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 341.

Präger, W.: Erkrankungen der Zahnpulpa. Tübingen 1928. Ref. Fortschr. Zahnheilk. 4 1. T., S. 380.

Reinmöller, M.: Instrumentenkunde, Aseptik und Antiseptik. Fortschr. Zahnheilk. 1925 1, S. 362.

— Instrumentenkunde, Aseptik und Antiseptik. Fortschr. Zahnheilk. 1926 2 1. T., S. 91.

Rosenthal, W.: Die Fortschritte der allgemein anwendbaren Desinfektionsverfahren. Münch. med. Wschr. 1913, S. 1681.

Schärer, C. A.: Erhöhung der Sterilisiertemperatur im Operationsbetrieb. Ref. Dtsch. med. Wschr. 1930, S. 1757.

Scherbel, H.: Mikroskopische Untersuchungen zur Flahertyschen Schnellsterilisation. Ref. Zahnärztl. Rdsch. 1928, S. 1307.

Schleiß, J.: Kritik der modernen Asepsis in der Zahnheilkunde. Diss. Greifswald 1927, S. 16, 18.

Schröder, W.: Ueber Versuche mit dem amerikanischen Schnellsterilisator nach Flaherty. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 21.

Schulte, H.: Desinfektion von zahnärztlichen Hand- u. Winkelstücken. Zahnärztl. Rdsch. 1923, S. 359.

Schumburg: Ueber die Desinfektionskraft der heißen Luft. Z. Hyg. 41, S. 167 1902.

Siburg, F.: Untersuchungen über die amerikanische Schnellsterilisation nach Flaherty. Korrespbl. Zahnärzte 1925, S. 224.

Sonntag, E.: Aseptik. Fortschritte der Chirurgie. Zbl. Chir. 1929, S. 1426.

Stein: Krankheitskeime an der Zahnbürste und ein neuartiger Zahnbürsten-Desinfektions-Schnelltrockner. Dtsch. med. Wschr. 1930, S. 1315.

Thiele, H. u. Wolf, K.: Ueber die bakterienschädigenden Einwirkungen der Metalle. Arch. f. Hyg. 1899, S. 43.

Türkheim, H.: Desinfektionsversuche an Hand- u. Winkelstücken. Zahnärztl. Rdsch. 1931, S. 988.

Weißenfels, G.: Ein neuer Massensterilisierapparat für zahnärztliche Instrumente. Zahnärztl. Rdsch. 1932, S. 243.

Lebenslauf.

Ich, Klaus Wilhelm Richard Richter, wurde am 26. Dezember 1909 als Sohn des Stabsveterinär a. D. Otto Richter und seiner Ehefrau Anna, geb. Tugemann, zu Ludwigslust i. Meckl. geboren. Ich besuchte von Ostern 1916 bis Ostern 1919 die Vorschule in Parchim und von 1919 bis 1928 das Realgymnasium zu Ludwigslust, wo ich am 9. März 1928 die Reifeprüfung bestand. Im Sommersemester 1928 studierte ich in Berlin Philologie. Ich wechselte dann das Studium und studierte Zahnmedizin. Die drei vorklinischen Semester verbrachte ich in Berlin. Am 8. Mai 1930 bestand ich dort die zahnärztliche Vorprüfung. Das erste klinische Semester verbrachte ich ebenfalls in Berlin, das zweite in Innsbruck und die beiden letzten Semester in Rostock. Dort bestand ich am 4. Juni 1932 das zahnärztliche Staatsexamen.